



# Nachhaltige Isoliermaterialien für den gekühlten Online-Lebensmittelhandel



**Cecilia Nicoletti<sup>1,2</sup>, Bernhard Blank-Landeshammer<sup>1,2</sup>, Marion Dornmayr-Pfaffenhuemer<sup>1,2</sup>, Manuela Brandner<sup>3</sup>, Julian Weghuber<sup>1,2</sup>, Sarah Pfoser<sup>3</sup>**  
<sup>1</sup> FFOQSI GmbH – Austrian Competence Centre for Feed and Food Quality, Safety & Innovation, Technopark 1D, 3430 Tulln, Austria  
<sup>2</sup> Fachhochschule Oberösterreich – Center of Excellence Lebensmitteltechnologie und Ernährung, Stelzhamerstraße 23, 4600 Wels, Austria  
<sup>3</sup> Fachhochschule Oberösterreich – Logistikum Steyr, Wehrgrabengasse 1-3, 4400 Steyr, Austria

## Thema

Der Online-Lebensmittelhandel ist durch kontinuierliches Wachstum gekennzeichnet, da die Verbraucher zunehmend Lebensmittel online bestellen. Der Versand von E-Grocery-Produkten erfolgt in der Regel in Einweg-Transportverpackungen, die vom Verbraucher nach Lieferung der Waren weggeworfen werden. Dies führt zu einem intensiven Ressourcenverbrauch und hohen Abfallmengen, insbesondere bei temperaturempfindlichen Produkten, bei denen die Produktisolierung wesentlich mehr Material erfordert. Aktuelle Schätzungen zufolge verursacht die Transportverpackung etwa 30 % der Emissionen im Online-Handel und ist damit, gemeinsam mit der „Last Mile“ Auslieferung für den Großteil des ökologischen Fußabdrucks des Onlinehandels verantwortlich [1]. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, nach innovativen und nachhaltigen Lösungen zu suchen, um die Auswirkungen des Online-Handels auf die Umwelt zu mindern, insbesondere im Rahmen von Kühlkettenlieferungen.

### Forschungsfrage

Welche nachhaltigen, wiederverwendbaren Isoliermaterialien stehen für den Versand von gekühlten Lebensmitteln zur Verfügung, und welche Isolierlösung zeigt die beste Performance hinsichtlich Isolierleistung, Gewicht, Kosteneffizienz, verfügbarem Volumen, KundInnenakzeptanz und Umweltbilanz?

### Zielsetzung

Ziel dieser Durchführbarkeitsstudie ist, das Potential nachhaltiger Isolierlösungen wie Schafwolle, Stroh, Hanf, recycelte Polyesterfasern, recycelte Baumwolle und recyceltes Altpapier für den Online-Lebensmittelhandel zu bewerten, um einen nachhaltigen Logistikkreislauf initiieren zu können. Zu diesem Zweck sollten die Materialien im Hinblick auf ihre thermische Isolierleistung und physikalischen Eigenschaften wie verfügbares Volumen, Stärke und Gesamtgewicht untersucht werden. Darüber hinaus ist es auch essentiell, die Akzeptanz dieser Materialien bei den VerbraucherInnen zu bewerten und ihre Umweltauswirkungen zu analysieren.

## Methodik

### Materialien

Produktname	Isolierung	Hersteller	Standort
Landbox® Stroh	Stroh	Landpack	Alling (DE)
Landbox® Hanf	Hanf	Landpack	Alling (DE)
Paperfloc system	Recyceltes Altpapier	Easy2cool	Lichtenfels (DE)
Ecoliner	Recyceltes Altpapier	SUPASO	Styria (AT)
Isolena	Schafwolle	Lehner	Waizenkirchen (AT)
Smartliner	Recycelte Polyesterfasern	EcoCool	Bremen (DE)
Greenin	Recycelte Baumwolle/PET	Tempack	Barcelona (ES)

Abb. 1: Überblick über die untersuchten Isoliermaterialien: a) Stroh, b) Hanf, c) und d) recyceltes Altpapier, e) Schafwolle, f) recycelte Polyesterfasern, g) recycelte Baumwolle.

### hey circle



Abb. 2: hey circle Versandbox, Größe L (45 x 34 x 17 cm), maximales Gewicht: 12 kg.

- Nachhaltige, wiederverwendbare Versandbox aus Polypropylen
- 50 Umläufe → Abfall- und CO<sub>2</sub>-Reduktion
- Recyclebar, kein Klebeband, keine Rückstände, leicht zu reinigen

### Thermische Isolationsleistung

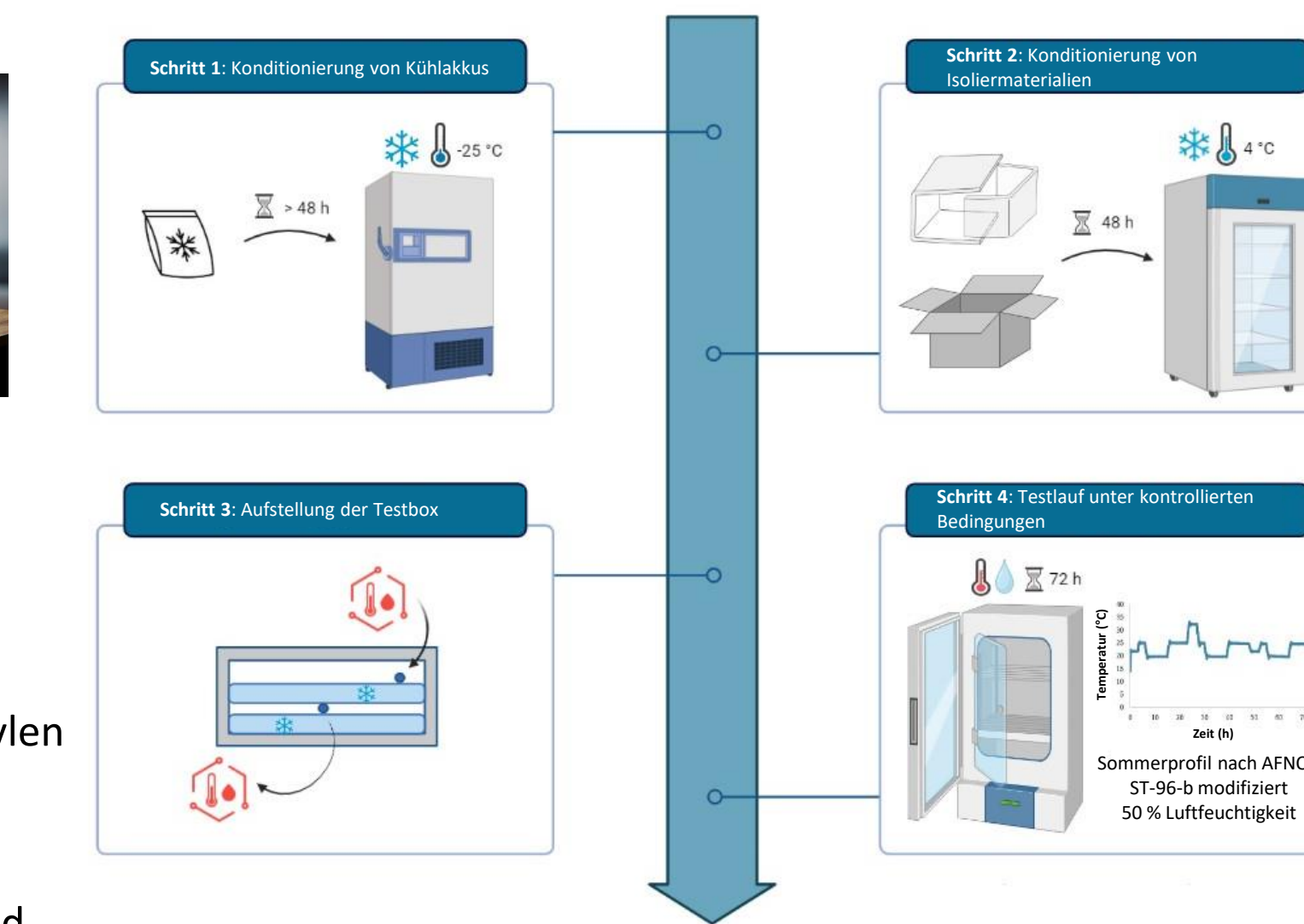


Abb. 3: Testmethode zur Bestimmung der thermischen Isolationsleistung von ausgewählten Materialien. Es wurde das Sommerprofil nach der Norm AFNOR ST-96-b (modifiziert) verwendet.

### Kundenakzeptanz

- Online-Umfrage:
- Die Teilnehmer wurden nach ihren Präferenzen für verschiedene Verpackungsmaterialien befragt.
  - Stichprobengröße n = 297 Teilnehmer.
  - Die Mehrheit der Teilnehmer war weiblich, das Durchschnittsalter betrug 42 Jahre.
  - Herkunft der Teilnehmer: hauptsächlich Oberösterreich, Niederösterreich und Wien.

### Ökologische Auswirkung

- Carbon Footprint of a Product (CFP) nach ISO 14067
- Vergleichende CFP-Studie
- Software: Umberto LCA+ der ifu Hamburg (Version 11.9.2)
- Datenbank: Ecoinvent Version 3.9.1

## Ergebnisse

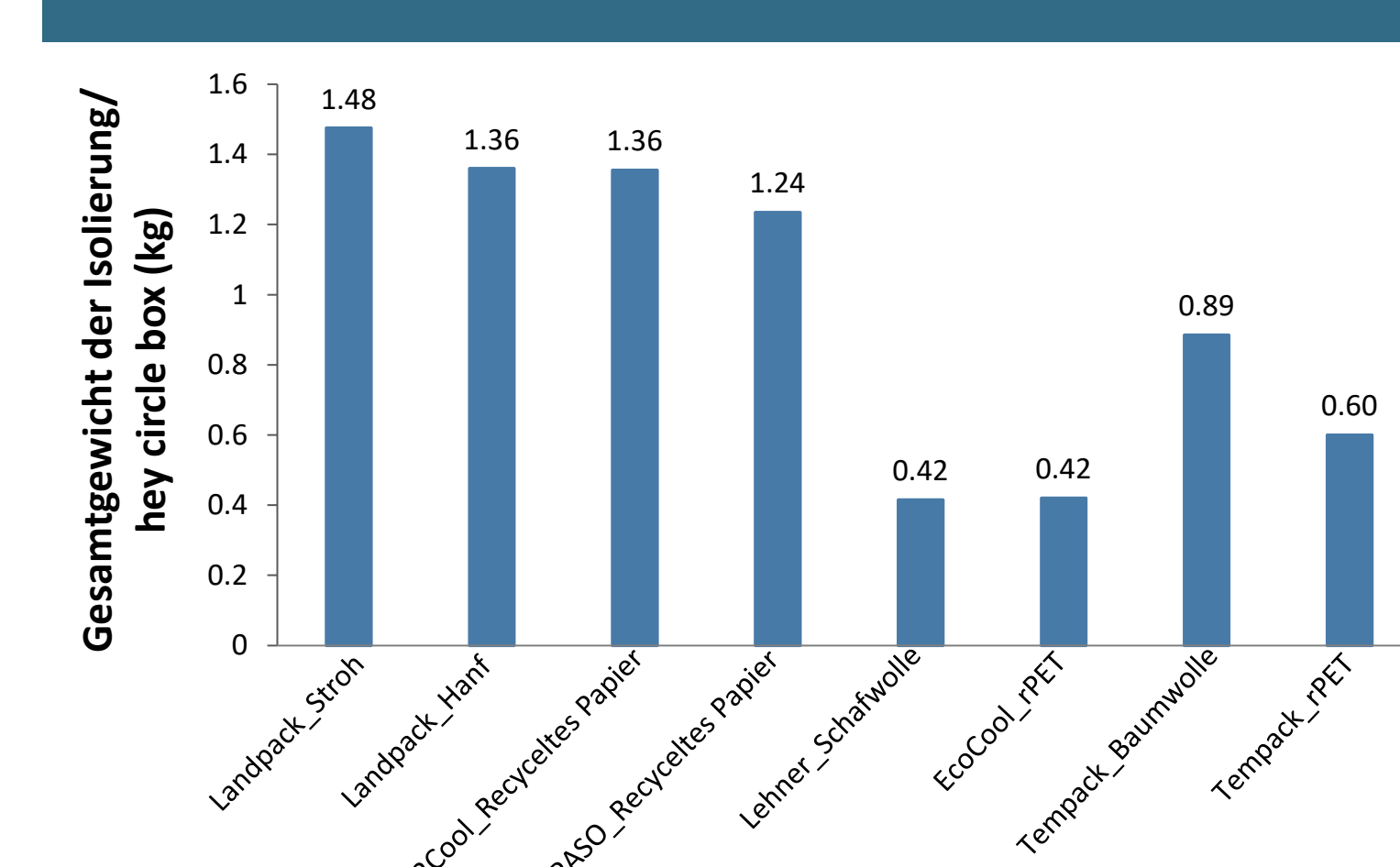


Abb. 4: Gesamtgewicht der Isoliermaterialien, die für die Vollisolierung der hey circle box, Größe L, erforderlich sind.

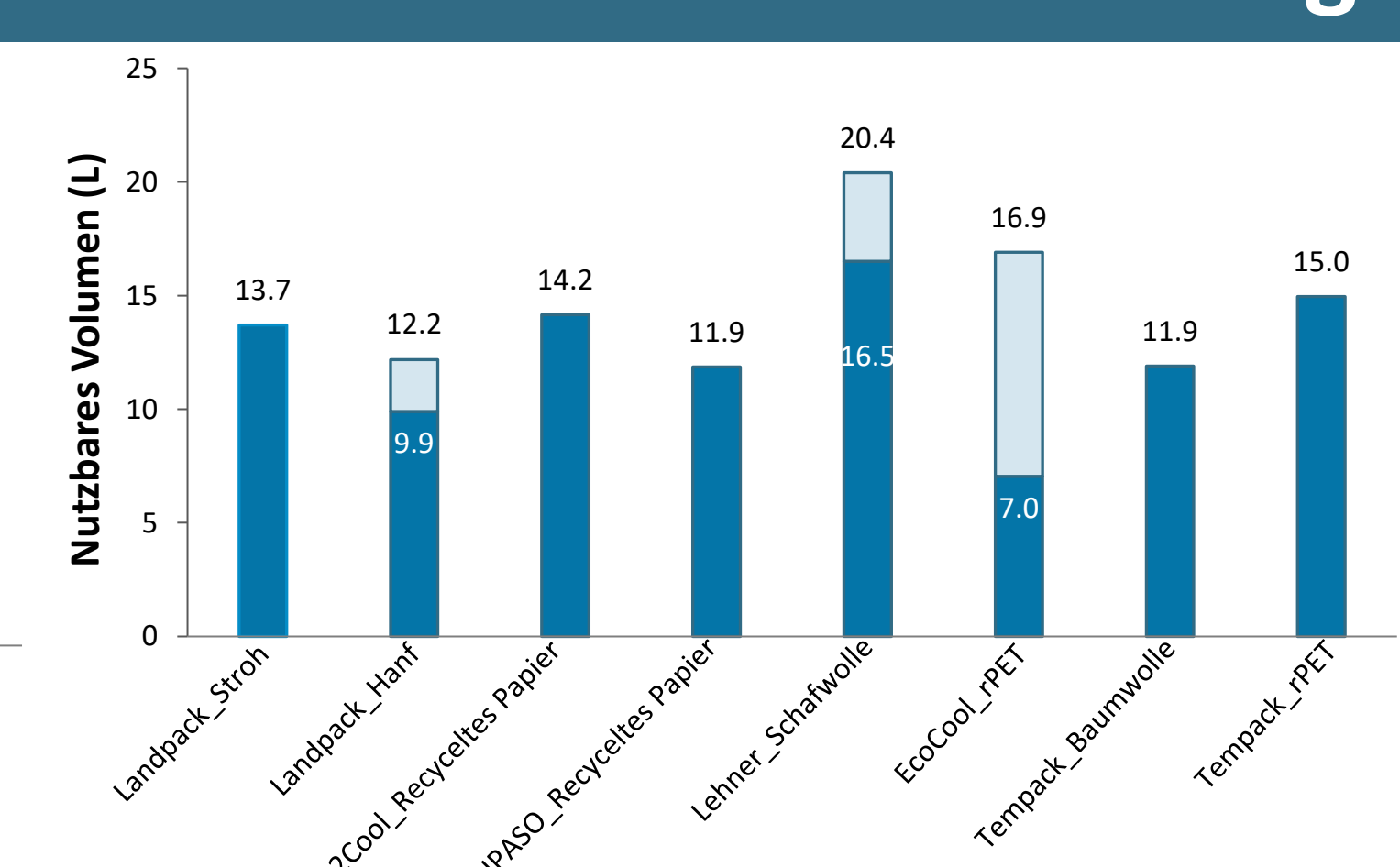


Abb. 5: Nutzbares Volumina in der hey circle box, ausgestattet mit den verschiedenen Isoliermaterialien. Die hellblauen Balken zeigen die Erhöhung des funktionalen Volumens aufgrund der Kompressibilität der Materialien.

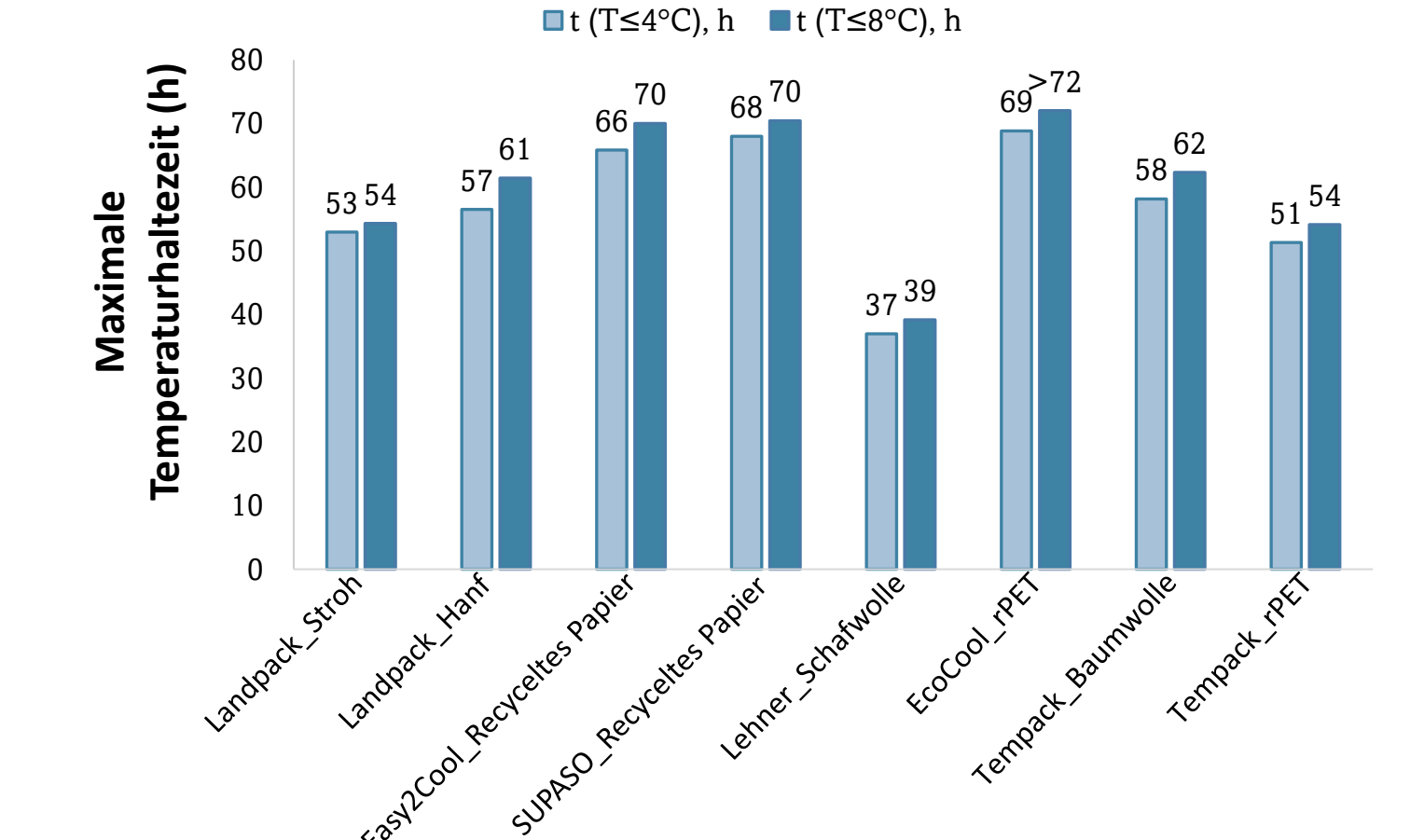


Abb. 6: Thermische Isolierleistung, ausgedrückt als maximale Temperaturhaltezeit für die getesteten Isoliermaterialien, nach Sommerprofil. 4 Kühlakkus (CP 1.3, je 900 g).

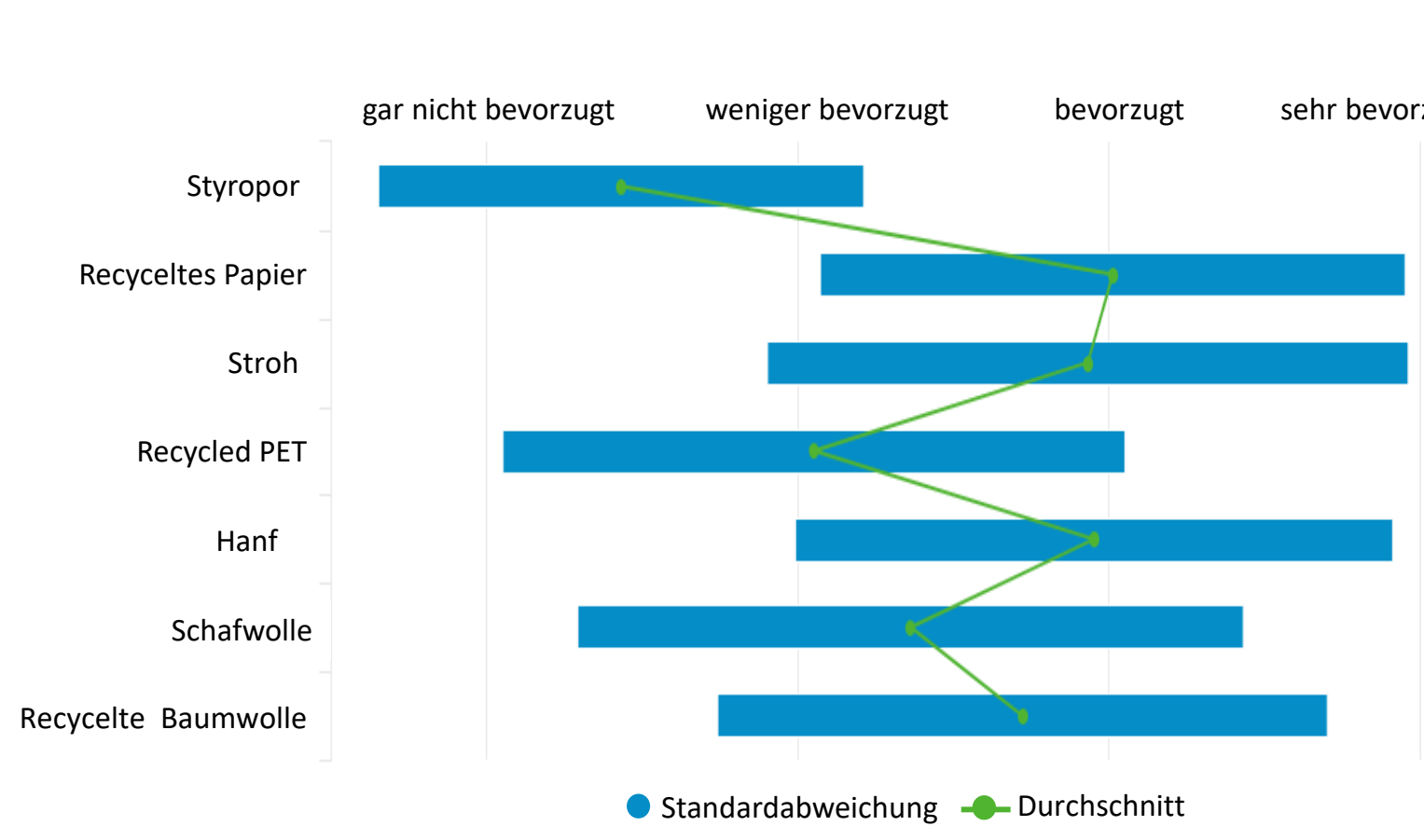


Abb. 7: Kundenakzeptanz der untersuchten Isoliermaterialien in Österreich, Online-Befragung (2023), n=297.

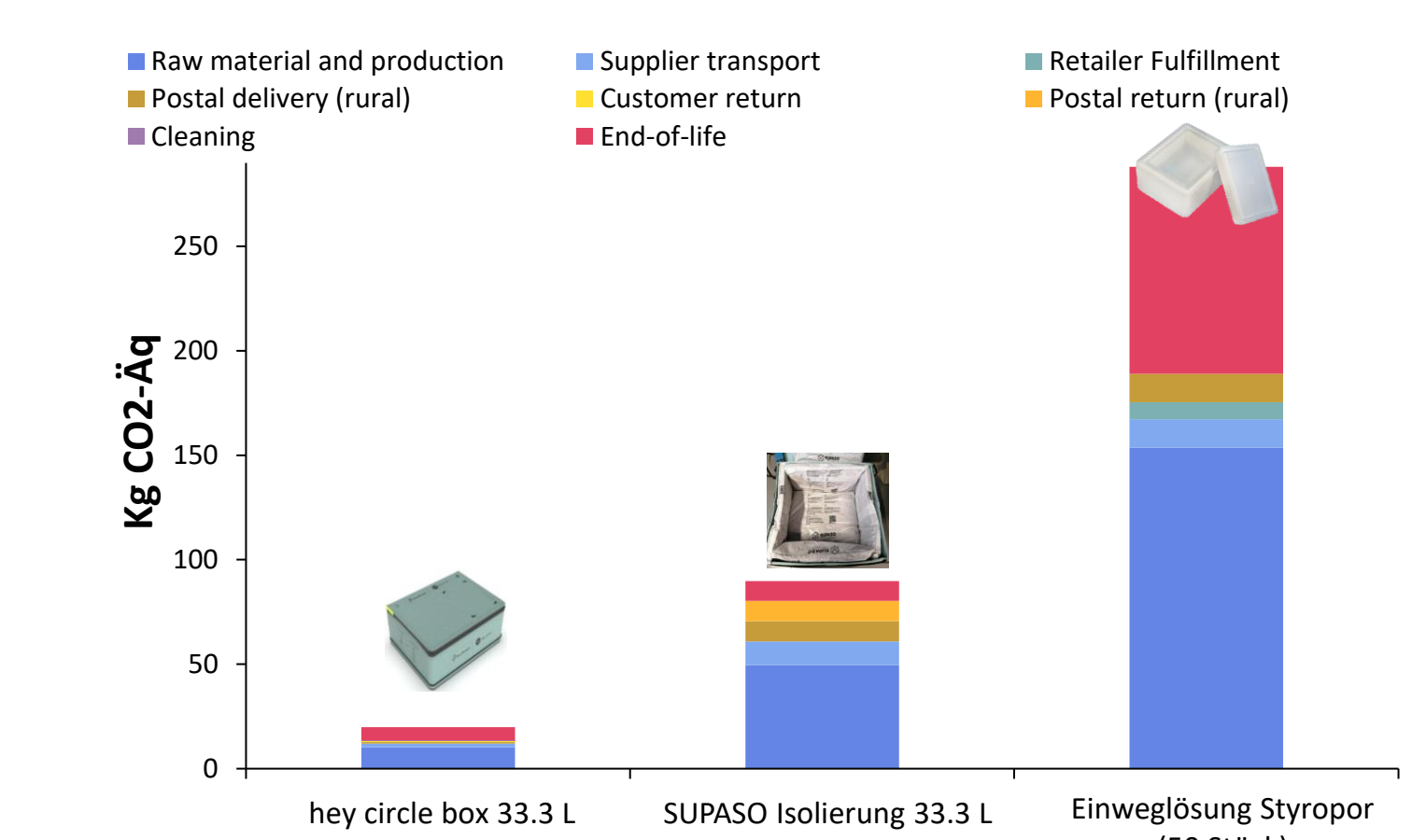


Abb. 8: Aufschlüsselung der Emissionen in der funktionellen Einheit (33,3 L Fassungsvermögen, 50 Zustellungen, rurales Szenario). Annahme: 100% Retourenquote hey circle, 1-malige Verwendung SUPASO.

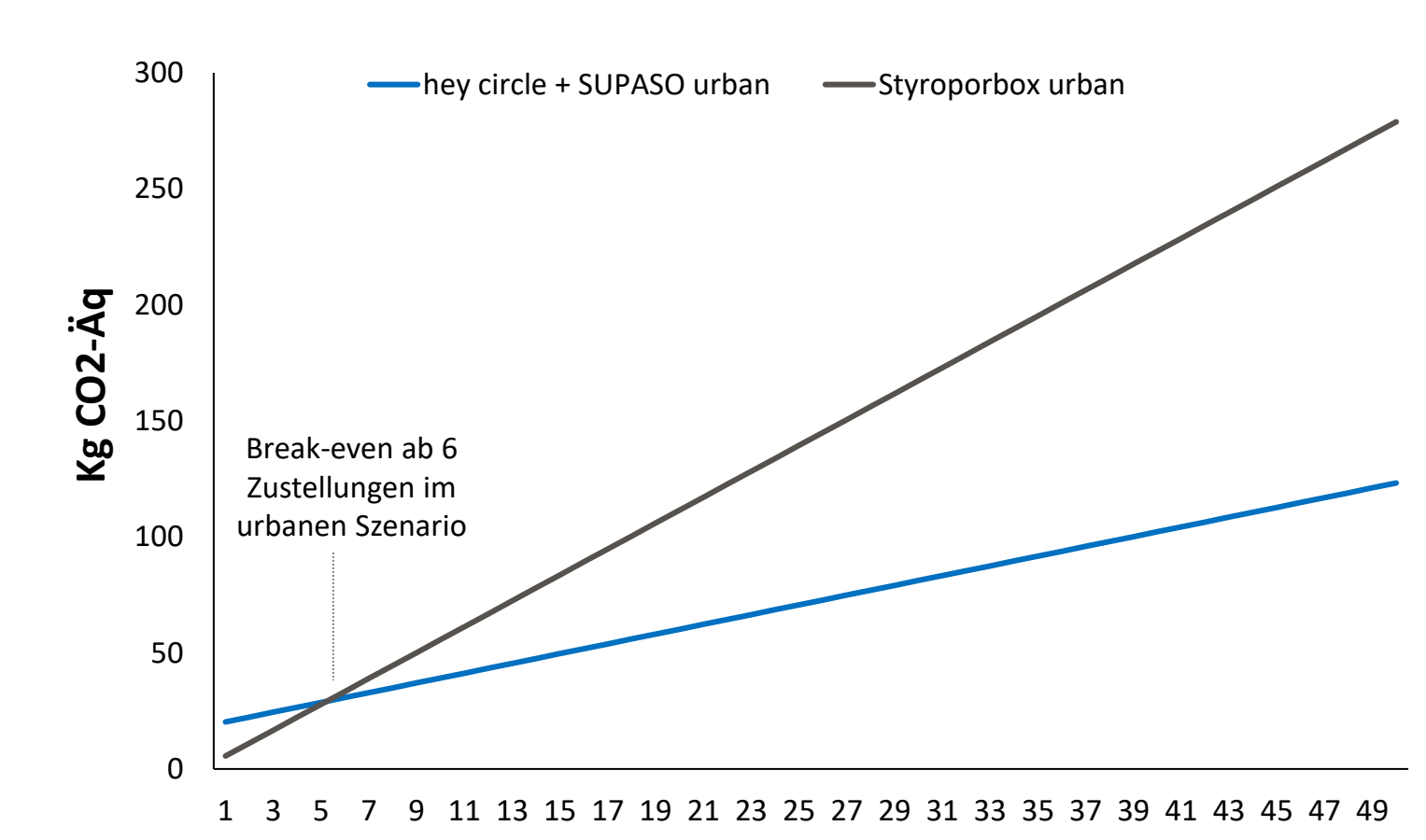


Abb. 9: Emissionseinsparungspotenzial der hey circle + SUPASO Lösung. Annahmen: 100% Retourenquote (d.h. 50 Zyklen können erreicht werden), SUPASO Isolierung wird einmal verwendet.

### Gewicht, Volumennutzung und Preisattraktivität:

- Schafwolle und Polyesterfasern schnitten am besten ab, da das Gesamtgewicht, das für die Isolierung eines hey circle-Box der Größe L benötigt wurde, nur 0.42 kg betrug.
- Papierflocken, Hanf und Stroh schnitten in der Kategorie Gewicht am schlechtesten ab, denn das benötigte Gesamtgewicht lag im Bereich von 1.2 bis 1.5 kg.
- Das nutzbare Volumen steht in direktem Zusammenhang mit der Isolierwandstärke. Auch hier schnitt die Schafwollisolierung (Dicke von 15-20 mm) am besten ab, gefolgt von den Polyesterfasern von EcoCool, die trotz ihrer Dicke von 25 mm naturgemäß sehr komprimierbar sind.
- SUPASO-Papierflocken zusammen mit Baumwolle erzielten dagegen die schlechtesten Ergebnisse, da sie eine Dicke von 30 mm haben, was zu einer schlechten Volumenausnutzung führt.
- Was den Kaufpreis betrifft, hatte das Isoliermaterial von SUPASO den niedrigsten Wert (3.3 € pro Box) und damit die beste Preisattraktivität, während Stroh und Hanf den höchsten Kaufpreis (~7.7 €) aufwiesen.

### Thermische Isolierleistung:

- Das recycelte PET von EcoCool zeigte unter den getesteten Bedingungen die beste Isolierleistung, die Temperatur wurde für etwa 69 Stunden unter 4 °C und für mindestens 72 Stunden unter 8 °C gehalten.
- Schafwolle hingegen zeigte die schwächste Isolierleistung (T≤ 4 °C für 37 h).

### Kundenakzeptanz:

- Styropor und recycelte Polyesterfasern werden von den KundInnen als am wenigsten nachhaltig angesehen.
- Stroh, Hanf und recyceltes Papier werden dagegen als nachhaltige Isoliermaterialien angesehen. Dies bestätigt die allgemeine Abneigung der KonsumentInnen gegenüber Plastik als Verpackungsmaterial.

### Ökologische Auswirkungen:

- Im hypothetischen Idealszenario einer 100% Retourenquote (maximale Zyklenzahl laut Herstellerangaben) können im urbanen Szenario im Vergleich zur Einwegversion bis zu 56% der Kohlenstoffemissionen eingespart werden. Der Breakeven liegt bei 6 Zustellungen.

## Schlussfolgerung

- Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den jeweiligen Kategorien erforderlich ist, um die Akzeptanz und den Erfolg von Isolierlösungen für den Lebensmitteltransport zu fördern, und dass kein einzelnes Material in allen Aspekten der Bewertung überragend ist.
- Die Polyesterfasern zeigten deutliche Vorteile in Bezug auf die Isolierleistung, das verfügbare Volumen, das Gewicht und die Kosteneffizienz, nicht jedoch hinsichtlich der Umweltauswirkungen und der Kundenakzeptanz.
- Das SUPASO-Altpapier übertraf die anderen Materialien in fast allen Kategorien (d.h. Kaufpreis, thermische und ökologische Leistung, Kundenakzeptanz), außer beim nutzbaren Volumen und beim Gesamtgewicht.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde vom österreichischen Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) im Rahmen des strategischen Programms "Logistikförderung 2019–2023" unter der Förderzusage BM22LOG43 (Projekt ResPac) und dem Österreichischen Competence Centre for Feed and Food Quality, Safety and Innovation (FFoQSI) gefördert. Das COMET-K1 Kompetenzzentrum FfoQSI wird von den österreichischen Bundesministerien BMK und BMDW sowie den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Wien im Rahmen von COMET - Competence Centers for Excellent Technologies gefördert. Das Programm COMET wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG abgewickelt.

